



Penulis :  
Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.  
Yayu Sri Rahayu, S.Si, M.Pkim  
Aritta Megadomani, S.Si, M.Pd

☎ 022 4231191

☎ 022 4207922

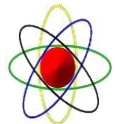
Homepage : [www.p4tkipa.kemdikbud.go.id](http://www.p4tkipa.kemdikbud.go.id)

Email: [p4tkipa@kemdikbud.go.id](mailto:p4tkipa@kemdikbud.go.id)

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
JL. DIPONEGORO NO.12 - BANDUNG

2018

UNIT PEMBELAJARAN KIMIA  
BERBASIS INKUIRI



**UNIT PEMBELAJARAN KIMIA BERBASIS INKUIRI:  
TERMOKIMIA**

**Penanggung jawab**

**Dr. Sediono Abdullah**

**Penulis :**

**Dr. Poppy Kamalia Devi, M.Pd.**

**Yayu Sri Rahayu, S.Si, M.Pkim**

**Aritta Megadomani, S.Si., M.Pd**

**Penyunting**

**Dr. Indrawati, M.Pd.**

**Penelaah**

**Copyright © 2018**

***Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan  
Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK  
IPA)***

***Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga  
Kependidikan Kementerian Pendidikan  
dan kebudayaan***

**Hak Cipta Dilindungi Undang-undang**

***Dilarang mengadakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk  
kepentingankomersial tanpa seizin tertulis dari PPPPTK IPA***



## **PENGANTAR**

Dalam rangka menguatkan implementasi Kurikulum Nasional yang menekankan pada penggunaan pendekatan saintifik dan pembelajaran berbasis inkuiri untuk mata pelajaran IPA, Fisika, Kimia, dan Biologi serta pengembangan keterampilan peserta didik dalam abad 21, yaitu berpikir kritis, kreativitas, berkomunikasi, dan berkolaborasi, PPPPTK IPA sesuai tugas dan fungsinya pada tahun 2018 mengembangkan program peningkatan kompetensi bagi guru IPA dengan fokus pada pengembangan inovasi pembelajaran IPA berbasis inkuiri.

Pembelajaran inkuiri yang dikembangkan merujuk pada referensi pembelajaran inkuiri yang dikemukakan oleh Dr. Carl Wenning dari Illinois State University, Amerika Serikat dengan

karakteristik *Learning Sequence* yang terdiri atas 6 level, yaitu 1) *Discovery learning*, 2) *Interactive demonstrations*, 3) *Inquiry lessons*, 4) *Inquiry labs*, 5) *Real-world applications*, dan 6) *Hypothetical inquiry*.

Kegiatan pengembangan pembelajaran IPA berbasis inkuiri didukung oleh Bank Dunia sebagai bagian dari program *The Improving Dimension of Teaching Education Management and Learning Environment* (ID-TEMAN) dan Pemerintah Australia.

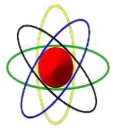
Pada tahun 2018 telah dikembangkan 8 unit pembelajaran IPA berbasis Inkuiri yang dapat digunakan oleh para guru IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA, dan Biologi SMA pada pembelajaran semester 1. Judul masing-masing unit tersebut adalah sebagai berikut:

1. Unit pembelajaran IPA SMP:
  - a. Fotosintesis
  - b. Pemisahan Unsur, Senyawa dan Campuran
2. Unit pembelajaran Fisika SMA:
  - a. Hukum Hooke
  - b. Torsi
3. Unit pembelajaran Kimia SMA:
  - a. Ikatan Kimia
  - b. Termokimia
4. Unit pembelajaran Biologi SMA:
  - a. Peranan Jamur dalam Kehidupan
  - b. Jaringan Tumbuhan

Besar harapan kami Unit Pembelajaran tersebut dapat menjadi bahan diskusi untuk kegiatan Pemberdayaan MGMP yang menjadi prioritas program Pengembangan Keprofesiaan Berkelanjutan (PKB) sebagaimana yang dinyatakan dalam Peraturan Pemerintah nomor 9 tahun 2018 bahwa “Pembinaan Guru dan Tenaga Kependidikan dengan cara ... pemberdayaan Kelompok Kerja Guru (KKG) dan Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP)...”

Dengan tersusunnya Unit Pembelajaran tersebut kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada ibu/bapak Widyaiswara PPPPTK IPA dan para Guru IPA SMP, Guru Fisika, Kimia, Biologi SMA yang terlibat dalam Tim Pengembang Pembelajaran IPA berbasis Inkuiri, serta Bapak/Ibu Dosen selaku

Konsultan Nasional dari universitas Pendidikan Indonesia dan Universitas Negeri Malang.



Proses penyelesaian Unit Pembelajaran ini meskipun sudah dilakukan melalui tahapan yang terpadu dan menyeluruh, partisipasi para pakar dan praktisi pendidikan, namun bila masih ditemukan kekurangan dan kelemahan, kami mohon Bapak/Ibu pengguna dapat memberikan masukan serta melakukan penyempurnaan terhadap unit-unit yang telah dikembangkan sehingga dihasilkan bahan kajian pembelajaran IPA yang memadai.

Bandung, Mei 2018

Kepala PPPPTK IPA

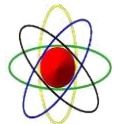
Dr. Sediono Abdullah

NIP.19590902198303102



## DAFTAR ISI

PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. <u>Penjelasan Umum</u> .....	1
B. <u>Pembelajaran Berbasis Inkuiri</u> .....	1
C. <u>Tujuan Unit Pembelajaran Termokimia</u> .....	1
II. PEDOMAN GURU.....	2
A. <u>Level Inkuiri</u> .....	2
B. <u>Kemampuan Prasyarat</u> .....	3
C. <u>Kompetensi Dasar yang akan dicapai Siswa</u> .....	3
D. <u>Penguatan Pendidikan Karakter</u> .....	4
E. <u>Analisis Materi</u> .....	4
F. <u>Perangkat Pembelajaran</u> .....	22
G. <u>Penilaian</u> .....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN.....	24
A. <u>Lembar Kerja</u> .....	24
B. <u>Instrumen Penilaian</u> .....	40



## **I. PENDAHULUAN**

### **A. Penjelasan Umum**

Unit pembelajaran Termokimia ini berisi pedoman untuk guru dalam menyajikan pembelajaran konsep perubahan entalpi reaksi, Jenis-jenis entalpi kimia dan hukum Hess menggunakan pembelajaran berbasis inkuiri dengan enam level 1) *Discovery learning*, 2) *Interactive demonstrations*, 3) *Inquiry lessons*, 4) *Inquiry labs*, 5) *Real-world applications*, dan 6) *Hypothetical inquiry*. Pembelajaran inkuiri pada topik termokimia ini disajikan pada peserta didik kelas XI semester 1. Kompetensi dasar yang harus dicapai melalui pembelajaran ini adalah KD 3.4 Menjelaskan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia dan KD 4.4 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap serta KD 3.5 Menjelaskan jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan dan KD 4.5 Membandingkan perubahan entalpi beberapa reaksi berdasarkan data hasil percobaan.

Materi yang akan dibahas dalam unit pembelajaran ini terdiri atas konsep sistem dan lingkungan; reaksi eksoterm dan reaksi endoterm; perubahan entalpi ( $\Delta H$ ) yang meliputi perubahan entalpi pembentukan ( $\Delta H_f$ ), perubahan entalpi penguraian ( $\Delta H_d$ ), perubahan entalpi pembakaran ( $\Delta H_c$ ), dan perubahan entalpi netralisasi ( $\Delta H_n$ ); penentuan  $\Delta H$  reaksi melalui percobaan kalorimeter, penentuan  $\Delta H$  berdasarkan  $\Delta H_f$ , penentuan  $\Delta H$  berdasarkan perubahan entalpi standar, penentuan  $\Delta H$  berdasarkan Hukum Hess dan penentuan  $\Delta H$  berdasarkan energi ikatan. Alokasi waktu yang diperlukan adalah 10 jam pelajaran.

### **B. Pembelajaran Termokimia Berbasis Inkuiri**

Pembelajaran berbasis inkuiri terdiri dari enam level yaitu 1) *Discovery learning*, 2) *Interactive demonstrations*, 3) *Inquiry lessons*, 4) *Inquiry labs*, 5) *Real-world applications*, dan 6) *Hypothetical inquiry*. Masing-masing level dilengkapi dengan Praktik Ilmiah dan Keterampilan Intelektual (*Scientific Practices and Intellectual Skills*). Pada pembelajaran termokimia ini disajikan dengan metode diskusi, demonstrasi, eksperimen dan penugasan. Penilaian dilakukan pada setiap level maupun akhir unit dengan soal-soal yang sesuai indikator pencapaian kompetensi dan berkategori HOT (*Higher Order Thinking*)

### **C. Unit Pembelajaran Termokimia**

Unit pembelajaran ini disusun untuk memberikan pedoman bagi guru Kimia dalam mengembangkan perencanaan pembelajaran, pelaksanaan, dan penilaian hasil belajar dengan menggunakan model pembelajaran berbasis inkuiri pada topik Termokimia.







## II. PEDOMAN GURU

### A. Level Inkuiri

Level inkuiri yang digunakan dalam pembelajaran kimia topik termokimia, digambarkan dalam *learning sequence* seperti yang disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1 *Learning Sequence* pembelajaran kimia topik Termokimia

<p><b>1. Discovery Learning</b></p> <p>Peserta didik mempelajari gambar fotosintesis dan mengamati reaksi logam Mg dan HCl untuk memahami konsep sistem dan lingkungan. Peserta didik diminta mencari informasi tentang entalpi reaksi, perubahan entalpi, persamaan termokimia, perubahan entalpi standar menggunakan dari sumber bacaan dan lembar kerja (LK)</p> <p>Peserta didik melakukan percobaan untuk menemukan pengertian reaksi eksoterm dan endoterm.</p>	<p><b>2. Interactive Demonstration</b></p> <p>Peserta didik mengamati demonstrasi percobaan reaksi penetralan antara larutan HCl dan NaOH.</p> <p>Peserta didik diharapkan mengajukan pertanyaan tentang jenis reaksi dan perubahan entalpi reaksi pada reaksi penetralan tersebut. Peserta didik berdiskusi mengenai beberapa reaksi kimia (Reaksi pembentukan dan reaksi penguraian) selanjutnya diminta memprediksi nama perubahan entalpi reaksi tersebut menggunakan lembar kerja yang tersedia.</p>
<p><b>3. Inquiry Lesson</b></p> <p>Peserta didik membedakan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi (<math>\Delta H_f^0</math>, <math>\Delta H_d^0</math>, <math>\Delta H_c^0</math> dan <math>\Delta H_n^0</math>) melalui tugas baca menggunakan LK</p> <p>Peserta didik mendiskusikan penentuan perubahan entalpi secara eksperimen (cara kalorimeter atau Azas Black),</p>	<p><b>Inquiry Laboratory</b></p> <p>Peserta didik merancang dan melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana dan menghitungnya menggunakan Azas Black</p> <p>Peserta didik membuktikan berlakunya</p>



berdasarkan  
harga  $\Delta H_f^\circ$ , hukum Hess dan energi  
ikatan

- Peserta didik latihan soal tentang perubahan entalpi reaksi berdasarkan entalpi pembentukan standar, hukum Hess dan energi ikatan.



hukum Hess  
melalui percobaan reaksi antara NaOH padat dengan larutan HCl dan larutan NaOH dengan larutan HCl

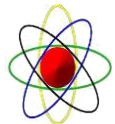
### 5. **Real World Application**



Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk menghitung

perubahan entalpi reaksi pembakaran dari

### **Hypothetical** 6. **Inquiry**



pembakaran suatu jenis bahan bakar. Peserta didik menganalisis hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif serta menyimpulkan bahan bakar yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.	
--	--

## B. Kemampuan Prasyarat

Untuk mempelajari unit ini, perlu dikuasai konsep dan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki guru dan siswa.

1. Prasyarat pengetahuan dan keterampilan yang harus dimiliki **guru** sebelum menggunakan unit pembelajaran adalah sebagai berikut:

**Prasyarat Pengetahuan:** konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia yang meliputi konsep sistem, lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm, entalpi dan perubahan entalpi, jenis-jenis entalpi reaksi, Azas Black dan Hukum Hess.

**Prasyarat Keterampilan:** Keterampilan Proses Sains dan keterampilan penggunaan IT

2. Prasyarat pengetahuan dan keterampilan yang harus dimiliki siswa ketika guru menggunakan unit pembelajaran ini dalam pembelajaran adalah sebagai berikut:

**Prasyarat pengetahuan:** reaksi kimia, gejala-gejala pada reaksi kimia, konsep mol, kalor.

**Prasyarat keterampilan:** keterampilan mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi dan mengkomunikasikan.

## C. Kompetensi Dasar yang akan dicapai Siswa

### Kompetensi Dasar:

3.4 Menjelaskan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia

4.4 Menyimpulkan hasil analisis data percobaan termokimia pada tekanan tetap

3.5 Menjelaskan jenis entalpi reaksi, hukum Hess dan konsep energi ikatan

4.5 Membandingkan perubahan entalpi beberapa reaksi berdasarkan data hasil percobaan

### Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan sistem dan lingkungan dalam suatu fenomena
2. Menjelaskan pengertian entalpi suatu zat dan perubahan entalpi
3. Menganalisis perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm
4. Menentukan contoh reaksi eksoterm dan endoterm melalui percobaan
5. Menentukan jenis reaksi dan nama perubahan entalpinya berdasarkan percobaan

6. Memprediksi nama perubahan entalpi berdasarkan reaksi kimia yang terjadi



7. Menjelaskan perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ )
8. Menjelaskan perubahan entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d^0$ )
9. Menjelaskan perubahan entalpi pembakaran ( $\Delta H_c^0$ )
10. Menjelaskan perubahan entalpi netralisasi ( $\Delta H_n^0$ )
11. Menentukan perubahan entalpi reaksi menggunakan data entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ )
12. Menjelaskan perubahan entalpi reaksi berdasarkan Azas Black
13. Menjelaskan perubahan entalpi reaksi berdasarkan Hukum Hess
14. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan harga energi ikatan rata-rata
15. Merancang percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana
16. Membuktikan berlakunya hukum Hess melalui percobaan
17. Menjelaskan perbedaan perubahan entalpi beberapa reaksi berdasarkan data hasil percobaan
18. Menghitung entalpi pembakaran dari beberapa bahan bakar
19. Menganalisis hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif
20. Menyimpulkan bahan bakar yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan berdasarkan hasil analisis

#### **D. Penguatan Pendidikan Karakter**

Pendidikan karakter yang dikembangkan melalui penggunaan unit pembelajaran berbasis inkuiri ini contohnya adalah:

1. Religius: rasa percaya diri
2. Nasionalis: disiplin
3. Mandiri: kerja keras, kreatif dan menjadi pembelajar sepanjang hayat
4. Gotong Royong: kerja sama dalam diskusi dan praktikum, saling menghargai, komitmen dalam keputusan bersama
5. Integritas: tanggung jawab

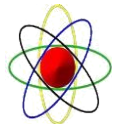
#### **E. Analisis Materi**

##### **1. Pengetahuan Faktual**

$\Delta H$  pembentukan,  $\Delta H$  penguraian,  $\Delta H$  pembakaran, dan  $\Delta H$  netralisasi

##### **Konseptual**

- a. Sistem dan lingkungan
- b. Reaksi eksoterm, reaksi endoterm
- c. Entalpi, Perubahan Entalpi dan Perubahan Entalpi Standar
- d. Perubahan entalpi reaksi
- e. Kalorimeter



- f. Hukum Hess
- g. Energi Ikatan
- h. Azas Black

### Prosedural

- a. Penentuan perubahan entalpi dengan cara kalorimeter
- b. Penentuan perubahan entalpi menggunakan  $\Delta H$  pembentukan standar
- c. Penentuan perubahan entalpi menggunakan Hukum Hess
- d. Penghitungan perubahan entalpi reaksi pembakaran dari pembakaran berbagai jenis bahan bakar

## 2. Alokasi Waktu

Waktu yang digunakan untuk pembelajaran ini adalah 12 JP atau 2 x pertemuan @ 2JP

- Pertemuan pertama 2 JP untuk penyajian pembelajaran level *Discovery learning*,
- Pertemuan kedua 2 JP untuk penyajian pembelajaran *Interactive demonstrations dan Inquiry lesson*
- Pertemuan ketiga 2 JP untuk penyajian pembelajaran *Inquiry lesson*
- Pertemuan keempat 2 JP untuk penyajian *inquiry labs*
- Pertemuan ke lima 2 JP untuk penyajian *inquiry labs lanjutan*
- Pertemuan keenam 2 JP untuk penyajian *Real-world applications*, dan *Hypothetical inquiry*

## 3. Praktik Ilmiah dan Keterampilan Intelektual

Keterampilan praktik sains dan keterampilan intelektual pada pembelajaran topik termokimia

- a. Level *discovery learning*: membangun konsep, mengkontekstualkan, menyimpulkan dan menggeneralisasikan
- b. Level *interactive demonstration*: menjelaskan dan memprediksi.
- c. Level *inquiry lesson*: menerapkan informasi, menjelaskan, memaknai data kuantitatif untuk mencari hubungan matematis
- d. Level *inquiry laboratory*: Merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah yang terkontrol dan Menggunakan data, analisis grafis, dan matematika dalam pemecahan masalah ilmiah
- e. Level *real-world applications*: menggunakan data dan matematik dalam pemecahan masalah dunia nyata, merangkum secara logis membenarkan sebuah kesimpulan berdasarkan bukti empiris, dan menggunakan penalaran yang tepat untuk membuat prediksi.

## 4. Media pembelajaran

Media pembelajaran yang diperlukan dalam pembelajaran termokimia adalah :

- Bahan tayang
- Lembar kerja
- Multimedia : LCD, PC/Laptop, speaker





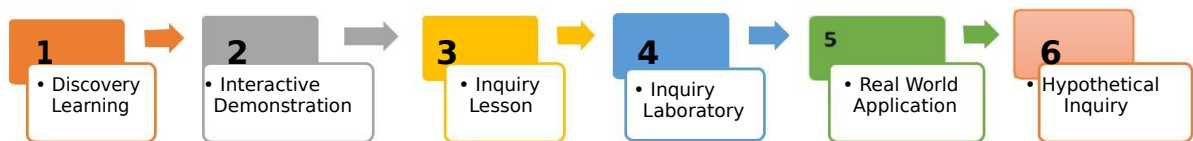
- Alat dan bahan praktik :

Alat praktik: kalorimeter sederhana, termometer, gelas kimia dan gelas ukur

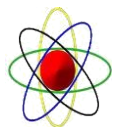
Bahan Kimia: aquades, HCl, NaOH , CaO, NH<sub>4</sub>Cl, Ba(OH)<sub>2</sub>.5 H<sub>2</sub>O, Urea dan NaCl, pita Mg

## **5. Langkah-langkah pembelajaran**

Alur pembelajaran berbasis inkuiri pada topik konfigurasi elektron digambarkan sebagai berikut.

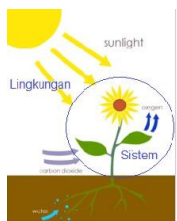






## Deskripsi setiap level :

### 1) **Discovery Learning a. Pendahuluan**



Peserta didik mempelajari gambar fotosintesis dan mengamati reaksi logam Mg dan HCl untuk memahami konsep sistem dan

lingkungan. Peserta didik diminta mencari informasi tentang entalpi reaksi, perubahan entalpi, persamaan termokimia, perubahan entalpi standar menggunakan dari sumber bacaan dan lembar kerja (LK)

Peserta didik melakukan percobaan untuk menemukan pengertian reaksi eksoterm dan endoterm.

### b. **Pertanyaan Arahan**

- 1) Apa yang kamu ketahui tentang sistem dan lingkungan? Berikan contohnya?
- 2) Apa yang kamu ketahui tentang entalpi dan perubahan entalpi suatu reaksi?
- 3) Bagaimana kamu mengetahui suatu reaksi berlangsung secara eksoterm atau endoterm?
- 4) Berikan contoh suatu reaksi eksoterm dan endoterm yang kamu temukan dalam kehidupan sehari-hari!

### c. **Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Menjelaskan sistem dan lingkungan dalam suatu fenomena
2. Menjelaskan pengertian entalpi suatu zat dan perubahan entalpi
3. Menganalisis perbedaan reaksi eksoterm dan endoterm
4. Menentukan contoh reaksi eksoterm dan endoterm melalui percobaan

### d. **Aktivitas Pembelajaran**

Guru	Peserta didik
1. Guru menunjukkan fenomena peristiwa fotosintesis melalui gambar dan percobaan reaksi logam Mg dan HCl kemudian mempersilakan peserta didik memberikan pendapat dari fenomena yang ditunjukkan berkaitan dengan sistem dan lingkungan	Peserta didik mengamati fenomena fotosintesis dan percobaan, memberikan pendapatnya tentang konsep sistem dan lingkungan
2. Guru mengarahkan peserta didik untuk	Peserta didik berdiskusi mengenai sistem

memahami sistem (secara umum, terbuka, tertutup dan terisolasi) dan lingkungan.	(secara umum, terbuka, tertutup dan terisolasi) dan lingkungan
3. Guru meminta peserta didik secara berkelompok mencari informasi dari buku sumber atau sumber bacaan lain mengenai	Peserta didik dengan kelompoknya mencari informasi dari buku sumber atau sumber bacaan tentang lain mengenai pengertian



<p>entalpi reaksi, perubahan entalpi, persamaan termokimia, perubahan entalpi standar.</p>	<p>entalpi reaksi, perubahan entalpi, persamaan termokimia, perubahan entalpi standar dan diskusikan dalam kelompok serta dipresentasikan di kelas.</p>
<p>4. Guru meminta peserta didik berkelompok melakukan percobaan untuk mengamati beberapa reaksi eksoterm dan reaksi endoterm dengan menggunakan lembar kerja yang telah disiapkan</p>	<p>Peserta didik secara berkelompok melakukan percobaan dan mengamati reaksi eksoterm dan reaksi endoterm</p>
<p>5. Guru meminta peserta didik untuk mendiskusikan hasil percobaannya dan mempresentasikannya</p>	<p>Peserta didik secara berkelompok mendiskusikan hasil percobaannya dan mempresentasikannya</p>
<p>6. Guru bersama peserta didik menggeneralisasikan konsep terkait sistem, lingkungan, dan perubahan entalpi reaksi eksoterm dan reaksi endoterm</p>	<p>Peserta didik difasilitasi guru menggeneralisasi konsep terkait sistem, lingkungan, entalpi dan perubahannya, reaksi eksoterm dan reaksi endoterm</p>
<p>7. Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang belum dipahami</p>	<p>8. Peserta didik bertanya dan peserta didik lain menjawab pertanyaan</p>

#### **e. Praktik Ilmiah dan Keterampilan Intelektual**

##### **Keterampilan Intelektual Elementer (Paling Dasar)**

###### **Konseptualisasi**

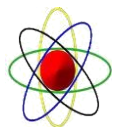
Peserta didik dapat menggunakan observasi kritis untuk membangun konsep tentang entalpi,

perubahan entalpi, persamaan termokimia serta perubahan entalpi standar. Mengontekstualisasikan

Peserta didik diminta untuk melakukan brainstorming melalui contoh fenomena tertentu. dan menghubungkan sistem, lingkungan, reaksi eksoterm dan endoterm dengan kehidupan sehari-hari.

Menggeneralisasikan

Peserta didik menggeneralisasikan bahwa reaksi eksoterm yaitu reaksi yang membebaskan kalor ( $\Delta H = -$ ). Reaksi endoterm yaitu reaksi yang menyerap kalor ( $\Delta H = +$ ).

**f. Penilaian****Jawablah soal berikut dengan tepat!**

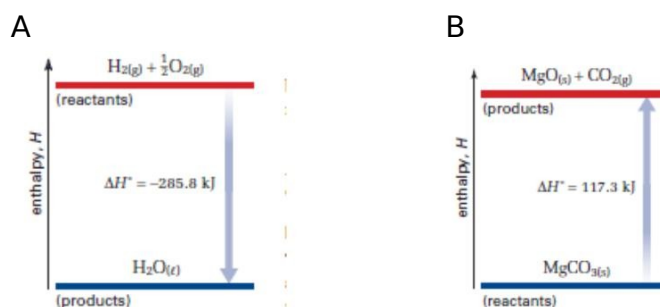
1. Jika kamu memasukkan satu sendok garam dapur ke dalam gelas yang berisi air, amati perubahan yang terjadi dan jelaskan pada peristiwa tersebut mana yang berperan sebagai sistem dan lingkungan?
2. Jelaskan pengertian entalpi suatu zat dan konsep perubahan entalpi reaksi pada tekanan tetap dalam persamaan termokimia !
3. Pada suatu percobaan I direaksikan larutan A dengan larutan B. Percobaan II direaksikan

larutan C dengan larutan D. Kedua percobaan tersebut diukur suhu larutan hasil reaksinya sehingga diperoleh data sebagai berikut :

Percobaan	Suhu sebelum reaksi ( °C)	Suhu setelah reaksi ( °C)
I	24	11
II	24	30

Berdasarkan hasil percobaan tersebut, jelaskan analisis mu mengenai kedua reaksi tersebut jika dihubungkan dengan termokimia!

4. Perhatikan gambar grafik A dan B dibawah ini



Gambar A dan B menunjukkan reaksi eksoterm dan endoterm, jelaskan persamaan termokimia kedua reaksi tersebut!

5. Apakah proses berikut termasuk reaksi eksoterm atau endoterm?

Berikan alasannya !

- a. Gas terbakar
- b. Es mencair
- c. Air membeku
- d. Alkohol menguap
- e. Kapur tohor larut dalam air



## 2) **Interactive**

### **Demonstration a.**

#### **Pendahuluan**



Peserta didik mengamati demonstrasi percobaan reaksi penetralan antara larutan HCl dan NaOH.

Peserta didik diharapkan mengajukan pertanyaan tentang jenis reaksi dan perubahan entalpi reaksi pada reaksi penetralan tersebut. Peserta didik berdiskusi mengenai beberapa reaksi kimia (Reaksi pembentukan dan reaksi penguraian) selanjutnya diminta memprediksi nama perubahan entalpi reaksi tersebut menggunakan Lembar kerja yang tersedia.

#### **b. Pertanyaan Arahan**

- 1) Bagaimana perubahan entalpi dari reaksi larutan NaOH dengan larutan HCl ?
- 2) Senyawa apa yang dihasilkan jika larutan NaOH direaksikan dengan larutan HCl ?
- 3) Bagaimana cara menuliskan persamaan termokimia dari suatu reaksi ?
- 4) Bagaimana memprediksi jenis perubahan entalpi berdasarkan suatu reaksi kimia ?

#### **c. Indikator Pencapaian Kompetensi**

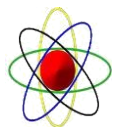
1. Menentukan jenis reaksi dan nama perubahan entalpinya berdasarkan percobaan
2. Memprediksi nama perubahan entalpi berdasarkan reaksi kimia yang terjadi

#### **d. Aktivitas Pembelajaran**

Guru	Peserta Didik
1. Guru melakukan demonstrasi percobaan reaksi penetralan antara larutan HCl dan NaOH.	Peserta didik mengamati demonstrasi percobaan reaksi penetralan antara larutan HCl dan NaOH
2. Guru memberikan pertanyaan tentang percobaan antara HCl dan NaOH meliputi senyawa yang dihasilkan, jenis reaksinya, persamaan termokimianya, dan nama perubahan entalpi reaksinya	Peserta didik menjawab pertanyaan tentang senyawa yang dihasilkan pada reaksi antara HCl dan NaOH, jenis reaksinya yaitu reaksi netralisasi, menuliskan persamaan termokimianya dan nama perubahan entalpi reaksinya

<p>3. Guru menayangkan beberapa contoh persamaan termokimia, peserta didik diminta memprediksi jenis-jenis reaksi dan nama perubahan entalpi reaksinya</p>	<p>Peserta didik dalam kelompok berdiskusi untuk memprediksi nama perubahan entalpi reaksi dari persamaan termokimia reaksi</p>
<p>4. Guru meminta siswa memprediksi harga <math>\Delta H</math> dari reaksi pembentukan, pembakaran, penetralan dan reaksi penguraian</p>	<p>Peserta didik memprediksi harga <math>\Delta H</math> dari reaksi pembentukan, pembakaran, penetralan dan reaksi penguraian</p>



**e. Praktik Ilmiah dan Keterampilan Intelektual****Keterampilan Dasar (Basic Skills)****• Menjelaskan (Explaining)**

Peserta didik menjelaskan perubahan entalpi reaksi netralisasi dan jenis reaksi (reaksi pembentukan dan penguraian)

**Memprediksi**

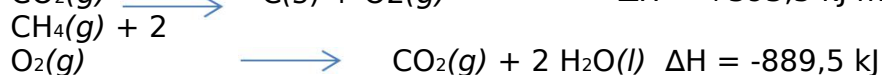
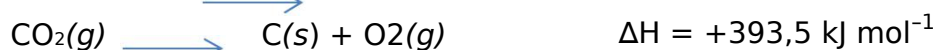
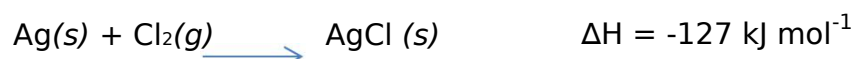
Peserta didik memprediksi jenis perubahan entalpi dari beberapa reaksi kimia

**f. Penilaian****Jawablah pertanyaan berikut dengan tepat!**

1. Sekelompok peserta melakukan percobaan dengan mencampurkan larutan KOH dengan

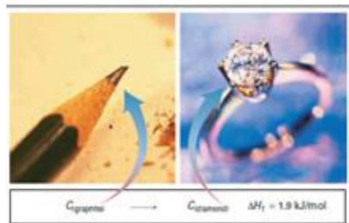
larutan HCl, hasil pengamatannya adalah suhu campuran naik dari 25 °C sampai 32°C dan turun lagi setelah dibiarkan beberapa saat. Jelaskan nama reaksi yang terjadi dan tulis persamaan termokimianya

2. Prediksi nama perubahan entalpi berdasarkan persamaan reaksinya dan tulis lambang perubahan entapinya



### 3) Inquiry Lesson

#### a. Pendahuluan



Peserta didik membedakan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi ( $\Delta H_f^0$ ,  $\Delta H_d^0$ ,  $\Delta H_c^0$  dan  $\Delta H_n^0$ ) melalui tugas baca menggunakan LK

Peserta didik mendiskusikan penentuan perubahan entalpi secara eksperimen (cara kalorimeter atau Azas Black), berdasarkan

harga  $\Delta H_f^0$ , **hukum Hess dan energi ikatan**

Peserta didik latihan soal tentang perubahan entalpi reaksi berdasarkan entalpi pembentukan standar, hukum Hess dan energi ikatan

#### b. Pertanyaan Arahan

- 1) Bagaimana kamu dapat membedakan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi?
- 2) Bagaimana cara kamu dapat menentukan perubahan entalpi suatu reaksi?
- 3) Bagaimana kamu dapat menghitung perubahan entalpi reaksi?

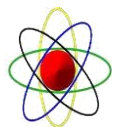
#### c. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menjelaskan perubahan entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ )
2. Menjelaskan perubahan entalpi penguraian standar ( $\Delta H_d^0$ )
3. Menjelaskan perubahan entalpi pembakaran ( $\Delta H_c^0$ )
4. Menjelaskan perubahan entalpi netralisasi ( $\Delta H_n^0$ )
5. Menentukan perubahan entalpi reaksi menggunakan data entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^0$ )
6. Menjelaskan perubahan entalpi reaksi berdasarkan Azas Black
7. Menjelaskan perubahan entalpi reaksi berdasarkan Hukum Hess
8. Menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan harga energi ikatan rata-rata

#### d. Aktivitas Pembelajaran

Guru	Peserta didik
1. Guru memberikan motivasi belajar dan apersepsi tentang jenis-jenis perubahan entalpi dan persamaan termokimia	Peserta didik menjawab berdasarkan pengalaman belajar sebelumnya
2. Guru meminta peserta didik mempelajari jenis-jenis perubahan entalpi reaksi dan contoh	Peserta didik mencari informasi melalui sumber tentang jenis-jenis perubahan entalpi reaksi dan contoh

persamaan termokimianya. melalui tugas baca dan LK	pesamaan termokimianya.
3. Guru memfasilitasi peserta didik untuk mempelajari mengenai jenis-	Peserta didik mempelajari a k berdiskusi ri mengen jenis- perubah ai jenis an entalpi



Guru	Peserta didik
jenis perubahan entalpi reaksi dan contoh persamaan termokimianya.	reaksi dan contoh persamaan termokimianya.
4. Guru meminta perwakilan peserta didik untuk mempresentasikan hasil diskusi tentang macam-macam perubahan entalpi standar dan contohnya	Peserta didik mempresentasikan hasil diskusi dan menyamakan persepsi tentang macam-macam perubahan entalpi standar dan contohnya
5. Guru memfasilitasi peserta didik dan latihan mendiskusikan soal penentuan perubahan entalpi reaksi berdasarkan harga perubahan entalpi pembentukan standar	Peserta didik berdiskusi untuk menemukan cara penentuan perubahan entalpi reaksi berdasarkan harga perubahan entalpi standar dilanjutkan dengan latihan soal.
6. Guru meminta peserta didik mempelajari contoh penentuan perubahan entalpi secara eksperimen (cara kalorimeter atau Azas Black menggunakan lembaran kerja eksperimen)	Peserta didik mempelajari cara penentuan perubahan entalpi secara eksperimen (cara kalorimeter atau Azas Black) dalam kelompok kerja sampai menemukan rumus yang digunakan dan langkah penentuan perubahan entalpi berdasarkan Azas Black dan Hukum Hess
7. Guru memfasilitasi peserta didik untuk soal latihan penentuan perubahan entalpi menggunakan data percobaan kalorimeter dan hukum Hess	Peserta didik menerapkan rumus dan Hukum Hess untuk penentuan perubahan entalpi dalam berbagai jenis reaksi data atau bentuk soal
8. Guru memfasilitasi peserta didik untuk mempelajari cara penentuan perubahan entalpi reaksi dan	Peserta didik mempelajari cara penentuan perubahan entalpi reaksi menggunakan data energi ikatan rata-rata dan

n memecahkan soal data energi ikatan rata-rata menggunakan	rata menerapkan dalam pemecahan nya soal perhitungan perubahan entalpi reaksi
9. Guru membimbing peserta didik menarik kesimpulan tentang perubahan entalpi reaksi jenis penentuan perubahan entalpi reaksi menggunakan Azas Black, Hukum Hess dan Energi Ikatan	Peserta didik menarik kesimpulan tentang perubahan reaksi jenis-jenis entalpi dan penentuan perubahan entalpi reaksi menggunakan Azas Black, Hukum Hess dan Energi Ikatan .
10. Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang belum dipahami	Peserta didik bertanya dan peserta didik lain menjawab pertanyaan



e. **Praktik Ilmiah dan Keterampilan Berpikir**  
**Keterampilan Intelektual**

**Tingkat Menengah**

**Menerapkan Informasi**

Peserta didik mencari informasi melalui kegiatan literasi untuk dapat membedakan jenis-jenis perubahan entalpi reaksi

• **Menjelaskan**

Peserta didik menjelaskan tentang jenis-jenis perubahan entalpi reaksi dan penentuan perubahan entalpi berdasarkan entalpi pembentukan standar, percobaan kalorimeter, atau Azas Black, hukum Hess, dan energi ikatan

• **Memaknai data kuantitatif**

Peserta didik melakukan perhitungan untuk menentukan perubahan entalpi berdasarkan percobaan kalorimeter

f. **Penilaian**

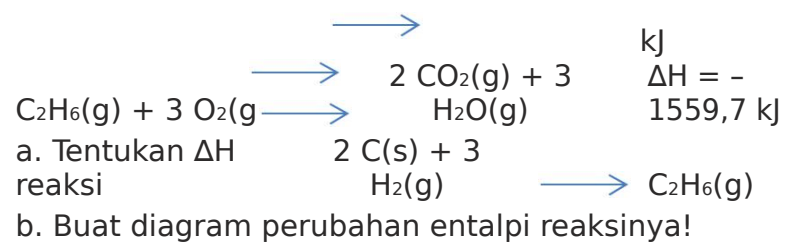
**Jawablah soal berikut dengan tepat!**

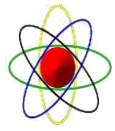
- Tuliskan persamaan termokimia untuk pernyataan berikut:
  - Perubahan entalpi pembentukan  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{l})$  adalah  $-194 \text{ kJ}$ .
  - Pembakaran 1 mol etanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ) secara sempurna dibebaskan kalor sebanyak  $1364 \text{ kJ}$ .
- Diketahui persamaan reaksi:
 
$$3 \text{Fe}(\text{s}) + 2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) \quad \Delta H = -1118 \text{ kJ}$$

(Ar Fe = 56, O = 16)

Tentukan:

  - perubahan entalpi pembentukan 116 gram  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,
  - perubahan entalpi penguraian  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,
  - perubahan entalpi pembakaran Fe.
- Hitung  $\Delta H$  pembakaran 116 gram gas butana jika diketahui:
 
$$\begin{aligned} \Delta H_f^\circ & -126,5 \text{ kJ} \\ \text{C}_4\text{H}_{10}(\text{g}) & = \text{mol}^{-1} \\ \Delta H_f^\circ & -393,5 \text{ kJ} \\ \text{CO}_2(\text{g}) & = \text{mol}^{-1} \\ & -285,8 \text{ kJ} \\ \Delta H_f^\circ \text{H}_2\text{O}(\text{l}) & = \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$
- Dalam suatu percobaan jika direaksikan 100 mL larutan NaOH 0,5 M dengan 100 mL HCl 0,5M. Ternyata suhu rata-rata naik dari  $29^\circ\text{C}$  menjadi  $37,5^\circ\text{C}$ . Hitunglah Perubahan entalpi netralisasi (diketahui: massa jenis air =  $1 \text{ g/mL}$ , kalor jenis air =  $4,18 \text{ J/g}^\circ\text{C}$ )
- Diketahui:  $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) \quad \Delta H = -393,5 \text{ kJ}$   
 $\text{H}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}(\text{l}) \quad \Delta H = -285,8 \text{ kJ}$





6. Diketahui energi ikat rata-rata. H-H: 435 kJ/mol, N = N : 946 kJ/mol, N -H : 390 kJ/mol

Hitung kalor yang diperlukan untuk menguraikan gas amoniak (Ar N : 14 g mol<sup>-1</sup> ;

Ar H : 1 g mol<sup>-1</sup> menjadi unsur-unsurnya !

---

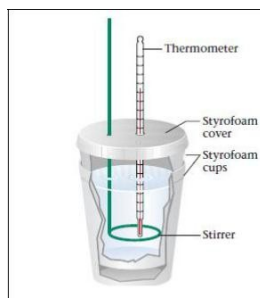


#### 4) Inquiry

##### Lab a.

##### Pendahuluan

n



Peserta didik merancang dan melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana dan menghitungnya menggunakan Azas Black.

Peserta didik membuktikan berlakunya hukum Hess melalui percobaan reaksi antara NaOH padat dengan larutan HCl dan larutan NaOH dengan larutan HCl

##### b. Pertanyaan Arahan

- 1) Apakah harga perubahan entalpi reaksi dipengaruhi oleh jumlah mol zat (konsentrasi atau volume larutan) yang direaksikan?
- 2) Bagaimana membuktikan berlakunya

hukum Hess? **c. Indikator Pencapaian**

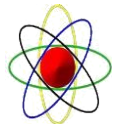
##### Kompetensi

- 1) Merancang percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana
- 2) Membuktikan berlakunya hukum Hess melalui percobaan

##### d. Aktivitas Pembelajaran

Guru	Peserta Didik
1. Guru mengajukan pertanyaan tentang cara menentukan perubahan entalpi reaksi yang telah dipelajari peserta didik	Peserta didik diharapkan menjawab pertanyaan menentukan perubahan entalpi reaksi dengan menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar, cara kalorimeter dan hukum Hess
2. Guru meminta peserta didik melakukan percobaan untuk penentuan entalpi reaksi antara larutan HCl dan NaOH menggunakan kalorimeter	Peserta didik dalam kelompok melakukan penentuan perubahan entalpi menggunakan kalorimeter sederhana dan mengolah data pengamatannya sesuai LK yang

<p> sederha na yang Tersedia </p>	<p> menggunak an LK </p>	tersedia
<p> 3. Guru </p>	<p> memint peserta didik a a meranca untuk ng percobaan penentuan entalpi reaksi antara larutan HCl dan NaOH dalam konsentras berbagai i atau </p>	<p> Pesert didi dalam merancan a k kelompok g penentuan percobaan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volum larutan kalorimete e menggunakan r sederhana </p>



Guru	Peserta Didik
volum e larutan menggunakan kalorimeter sederhana	
4. Guru meminta peserta didik meng rancang percobaan uji n n, mendiskusikan percobaan hasil n a, mendiskusikan hasil yan g telah dilakukan dan membuat laporannya.	Peserta k melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi sesuai rancanganny a, mendiskusikan hasil percobaan yang telah dilakukan, membuat kesimpulan dan membuat laporannya.
5. Guru meminta perwakilan peserta didik untuk mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan.	Peserta didik mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan.
6. Guru penguatan memberi n tentan penentua g konsep n entalp dar i reaksi i berbagai variasi konsentrasi atau volume larutan menggunakan azas black	Peserta didik menyimak penguatan tentang konsep penentuan entalpi reaksi dari berbagai variasi konsentrasi atau volume larutan menggunakan azas black
7. Guru memint a peserta didik melakukan percobaan n membuktikan berlakunya hukum Hess menggunakan LK yang tersed ia	Peserta didik secara melakukan berkelompok percobaan membuktikan berlakunya hukum Hess
8. Guru meminta perwakilan peserta didik untuk mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakukan.	Beberapa peserta didik wakil klompok mempresentasikan hasil percobaan yang telah dilakuka n.
9. Guru memint a peserta didik	mendiskusika berlakunya Peserta didik n a

<p>mendiskusikan berlakunya hukum Hess berdasarkan data beberapa percobaan yang dipresentasikan</p>	<p>hukum Hess berdasarkan data beberapa percobaan</p>
<p>Guru memberikan beberapa soal kasus percobaan atau dalam penentuan perubahan entalpi</p>	<p>Peserta didik latihan memecahkan soal-soal mengenai perubahan entalpi berdasarkan percobaan kalorimeter dan hukum Hess</p>



**e. Praktik Ilmiah dan Keterampilan Berpikir  
Integrated Skills**

Mendefinisikan dengan tepat masalah yang harus dipelajari (penalaran induktif) Peserta didik berdiskusi secara berkelompok untuk mencari solusi permasalahan dalam menentukan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana

Merancang dan melakukan penyelidikan ilmiah yang terkontrol (penalaran deduktif) Peserta didik secara berkelompok berdiskusi dalam merancang dan melakukan percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana

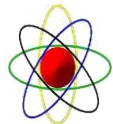
Menafsirkan data kuantitatif untuk menetapkan hukum yang menggunakan logika (penalaran induktif)

Peserta didik menginterpretasikan data hasil percobaan dan menyimpulkan harga perubahan entalpi standar dan berlakunya hukum Hess dalam penentuan perubahan entalpi reaksi

**f. Penilaian**

**Jawablah soal berikut dengan tepat!**

- 1) Bagaimana cara merancang kalorimeter sederhana?
- 2) Jelaskan tahapan dalam merancang percobaan penentuan perubahan entalpi reaksi dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana?
- 3) Buktikan bagaimana berlakunya hukum Hess melalui percobaan !



## 5) Real-world applications a. Pendahuluan



Peserta didik menggunakan pengetahuannya untuk menghitung perubahan entalpi reaksi pembakaran dari pembakaran suatu jenis bahan bakar.

Peserta didik menganalisis hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif serta menyimpulkan bahan bakar yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.

### b. Pertanyaan Arahan

- 1) Bahan bakar yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari?
- 2) Bagaimana kamu dapat mengetahui entalpi pembakaran dari suatu bahan bakar?
- 3) Bagaimana menghitung perubahan entalpi reaksi pembakaran dari suatu bahan bakar ?
- 4) Apakah semua bahan bakar yang sering digunakan aman untuk lingkungan ? Mengapa?
- 5) Menurut pendapatmu bahan bakar manakah yang efektif, efisien dan ramah lingkungan? Mengapa?

### c. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 1) Menghitung entalpi pembakaran dari beberapa bahan bakar
- 2) Menganalisis hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif
- 3) Menyimpulkan bahan bakar yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan berdasarkan hasil analisis

### d. Aktivitas Pembelajaran

Guru	Peserta Didik
1. memberikan permasalahan melalui gambar atau video mengenai pembakaran bahan bakar dan dilingkungan memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya mengenai keterkaitan konsep termokimia dengan permasalahan	Peserta didik menyimak gambar atau video mengenai pembakaran bahan bakar dan mengajukan pertanyaan mengenai permasalahan pembakaran bahan bakar

2. Guru meminta peserta didik untuk menghitung entalpi pembakaran dari beberapa bahan bakar menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar	Peserta didik menghitung entalpi pembakaran dari beberapa bahan bakar menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar
--	--



Guru	Peserta Didik
3. Guru memfasilitasi peserta didik untuk berdiskusi tentang keterkaitan antara perubahan entalpi pembakaran bahan bakar dengan penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan menggunakan LK	Peserta didik mendiskusikan hubungan berdisku mengenai keterkaitan antara entalpi pembakaran bahan bakar dengan penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan
4. Guru meminta peserta didik untuk menganalisis data yang diperoleh dan menginterpretasikannya dengan tabel atau grafik sesuai petunjuk di LK	Peserta didik meminta peserta didik untuk menganalisis data yang diperoleh dan menginterpretasikannya dengan tabel atau grafik sesuai petunjuk di LK
5. Guru meminta peserta didik mempresentasikan dan berdiskusi mengenai hasil analisis yang telah dilakukan	Peserta didik mempresentasikan dan berdiskusi mengenai hasil analisis yang telah dilakukan
6. Guru memberikan penguatan mengenai hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.	Peserta didik menyimak penguatan guru mengenai hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan.
7. Guru memberi kesempatan kepada peserta didik untuk bertanya hal-hal yang belum dipahami	Peserta didik bertanya dan peserta didik lain menjawab pertanyaan

#### **e. Praktik Ilmiah dan Keterampilan Berpikir**

##### *Advanced Skills*

Menghasilkan prediksi melalui proses deduksi (penalaran deduktif)

Peserta didik memprediksi bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah



lingkungan yang dikaitkan dengan konsep termokimia Berpikir secara analogis

(penalaran induktif)

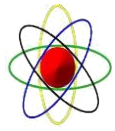
Peserta didik menggunakan penalaran berdasarkan gagasan menganalisis data entalpi

pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar Berpikir untuk mengasimilasi konsep (penalaran induktif)

Peserta didik memahami pengamatan atau gagasan dan menghubungkannya dengan

pengetahuan yang mereka miliki tentang termokimia Berpikir secara reflektif (penalaran induktif)

Peserta didik menyimpulkan hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar untuk penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan berdasarkan bukti dan logika



**f. Penilaian**

**Uraikan jawabanmu dengan singkat dan jelas!**

- 1) Bahan bakar yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari?
- 2) Bagaimana kamu dapat mengetahui entalpi pembakaran dari suatu bahan bakar?
- 3) Bagaimana menghitung perubahan entalpi reaksi pembakaran dari suatu bahan bakar ?
- 4) Apakah semua bahan bakar yang sering digunakan aman untuk lingkungan ? Mengapa?
- 5) Menurut pendapatmu bahan bakar manakah yang efektif, efisien dan ramah lingkungan? Mengapa?





## F. Perangkat Pembelajaran

### 1. Sumber bacaan :

- Modul PKB Termokimia
- *Buku General Chemistry*

### 2. Lembar Kerja :

Nama Lembar Kerja	Level
LK-1.1 Sistem dan Lingkungan	<i>Discovery Learning</i>
LK-1.2 Entalpi dan Perubahan Entalpi	
LK-1.3 Reaksi Eksoterm dan Endoterm	
LK-2 Perubahan Entalpi Reaksi	Interactive Demonstration
LK-3.1 Jenis-jenis Perubahan Entalpi	Inquiry Lesson
LK-3.2 Penentuan Perubahan Entalpi Reaksi	
LK-3.3 Penentuan Perubahan Entalpi Dengan Menggunakan Kalorimeter	
LK-3.4 Penentuan perubahan entalpi dengan menggunakan Hukum Hess	
LK-3.5 Penentuan perubahan entalpi dengan menggunakan Energi Ikatan rata-rata	
LK-4.1 Penentuan Entalpi Reaksi dengan Kalorimeter	Inquiry Laboratory
LK-4.2 Merancang Percobaan Penentuan Entalpi Reaksi dengan Kalorimeter	
LK-4.3 Penentuan Perubahan Entalpi berdasarkan Hukum Hess	
LK-5 Penentuan Bahan Bakar Alternatif yang Efisien, Efektif dan Ramah Lingkungan	Real-world Instruction
LK-6 Bahan bakar yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan	Hypothesis Inquiry

## G. Penilaian

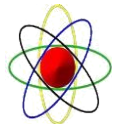
Pada pembelajaran ini dilakukan penilaian terhadap sikap, pengetahuan dan keterampilan

siswa

Jenis-jenis penilaian:

Penilaian Sikap	Penilaian Pengetahuan	Penilaian Keterampilan
- Observasi	Tes Uraian pada	Penilaian Produk

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penilaian diri</li> <li>- Penilaian antar</li> <li>- teman</li> </ul>	akhir sub topik Tes Pilihan Ganda pada akhir seluruh topik	
--	--	--



## DAFTAR PUSTAKA

Davis, Peck, et all. 2010. The Foundation of Chemistry. USA: Brooks/Cole Cengage Learning.

Devi, Poppy, K., Siti Kalsum., dkk. 2009. Kimia 2, Kelas XI SMA dan MA. Edisi BSE. Jakarta. Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional.

Ebbing. 2012. General Chemistry, Tenth Edition. USA: Houghton Mifflin Co.

Kemdikbud. 2016. Permendikbud No. 24 Tahun 2016 Tentang Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar Pelajaran Pada Kurikulum 2013 Pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. Jakarta: Pusbuk

Poppy dkk . 2015. Kimia SMA jilid 1. Bandung. PT Rosda.

Wenning, Carl J. 2005. Levels of Inquiry: Hierarchies of Pedagogical Practices and Inquiry Processes. *J. Phys. Tchr.Educ. Online* 2(3), February 2005.

Wenning, Carl J. 2017. Scientific Practices and Intellectual Skills. Framework for Science Reasoning Literacy Test (SciReLiT) by Hanson and Wenning based on Levels of Inquiry Model of Science Teaching by Carl J. Wenning. Edisi 8.

### Sumber Internet:

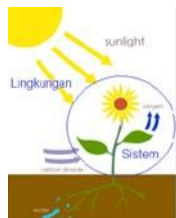
<http://www.jendelasarjana.com/2014/03/proses-terjadinya-fotosintesis-pada.html>

## A. Lembar Kerja

### 1) Lembar Kerja *Discovery Learning*

#### LK-1.1

#### Sistem dan Lingkungan



Pada proses fotosintesis daun yang berklorofil berfungsi sebagai sistem akan menyerap sinar matahari dan  $\text{CO}_2$  dari lingkungan, karbon dioksida bereaksi dengan air membentuk karbohidrat dan gas oksigen dalam proses fotosintesis. Pada proses terjadi perpindahan energi dari lingkungan ke sistem. Bagaimana proses ini terjadi, apa yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan. Coba amati reaksi antara logam magnesium dengan larutan HCl, kemudian jawab pertanyaannya

Untuk mempelajari tentang sistem dan lingkungan lakukan kegiatan berikut dalam kelompok Kerjamu.

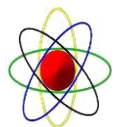
Masukkan 3 cm logam Mg kedalam tabung reaksi yang berisi kira-kira 2 mL HCl 0,1 M. Amati dan pegang bagian bawah tabung reaksi ! Apa yang kamu rasakan? Uraikan pengamatanmu pada kolom yang tersedia

Pengamatan.

--

Jawablah pertanyaan berikut

1. Pada percobaan tersebut mana yang berupa sistem dan lingkungan?
2. Dari mana energi berpindah?
3. Apa yang dimaksud dengan sistem dan lingkungan?



## LK 1.2

## Entalpi dan Perubahan Entalpi

Energi yang terkandung di dalam suatu sistem atau zat disebut entalpi (H). Entalpi merupakan sifat ekstensif dari materi maka bergantung pada jumlah mol zat. Entalpi suatu sistem tidak dapat diukur, yang dapat diukur adalah perubahan entalpi yang menyertai perubahan zat, karena itu kita dapat menentukan entalpi yang dilepaskan atau diserap pada saat terjadi reaksi.

Apa yang dimaksud dengan entalpi dan perubahan entalpi? Coba cari informasi dari buku sumber atau internet mengenai entalpi dan perubahan entalpi ! Diskusikan dalam kelompok dan Tuliskan temuannya pada kolom yang tersedia

1. Entalpi  
adalah:.....  
.....
2. Perubahan  
Entalpi:.....  
.....
3. Lambang Entalpi dan Perubahan  
entalpi: .....
4. Tuliskan persamaan termokimia dan harga perubahan entalpi pada  
peristiwa perubahan es menjadi air  
.....  
.....
5. Berdasarkan harga perubahan entalpi pada tekanan tetap dalam  
persamaan termokimia terdapat dua macam reaksi  
yaitu:.....







### LK 1.3. Reaksi Eksoterm dan Endoterm

Pada percobaan reaksi antara logam Mg dengan larutan HCl di LK 1.1 terjadi gelembung-gelembung gas dan menghasilkan panas. Reaksi tersebut termasuk reaksi eksoterm atau endoterm? Untuk mempelajari reaksi eksoterm atau endoterm lakukan kegiatan berikut dalam kelompok, catat pengamatanmu, diskusikan dan jawablah pertanyaan-pertanyaan yang tersedia.

#### Alat dan Bahan

Alat	Bahan
- Gelas kimia 100 mL 3 buah	- Urea padat
- Gelas ukur 50 mL 1 buah	- NaOH padat
- 1 buah	- $\text{NH}_4\text{Cl}$ padat
- Spatula 1 buah	- $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ padat
	- Larutan HCl 0,5 M
	- Aquadest atau air ledeng

#### Langkah Kegiatan:

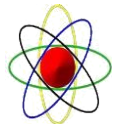
1. Siapkan 4 buah gelas kimia, beri nomor 1 sampai 4. Masukkan air sebanyak  $50 \text{ cm}^3$  ke dalam gelas kimia no 1 dan no 2. Ukur suhu air pada gelas kimia sebagai temperatur awal ( $T_1$ ).
2. Ke dalam gelas kimia nomor 1 masukkan satu spatula urea aduk dan amati perubahan temperatur pada termometer sampai suhu optimumnya sebagai temperatur akhir ( $T_2$ ), catat pada tabel pengamatan! Pegang bagian bawah gelas kimia apa yang dirasakan?
3. Lakukan percobaan tersebut pada gelas kimia 2 menggunakan bahan satu spatula NaOH .
4. Masukkan 50 mL HCl 0,5 M kedalam gelas kimia 2, Ukur suhu larutan pada gelas kimia sebagai temperatur awal ( $T_1$ ). Masukkan setengah spatula NaOH aduk dan amati perubahan temperatur pada termometer sampai suhu optimumnya sebagai temperatur akhir ( $T_2$ ), catat pada tabel pengamatan!
5. Masukkan satu spatula  $\text{NH}_4\text{Cl}$  padat dan  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  padat ke dalam labu erlenmeyer kecil, ukur suhunya. Tutup erlenmeyer dengan sumbat yang terpasang termometer, kocok dengan cepat dan amati perubahan temperatur pada termometer sampai suhu optimumnya sebagai temperatur akhir ( $T_2$ )

#### Pengamatan

Data hasil pengamatan:

Gelas Kimia ke-	$T_1$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_2$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	Perubahan yang terjadi	Pengamatan
1	...	..	.....	.....
2	.....	.....	.....	.....

	...	..	.....	.....
3	..... ...	..... ..	..... .....	..... .....
4	..... ...	..... ..	..... .....	..... .....



### Pertanyaan

1. Pada percobaan manakah terjadi reaksi eksoterm dan endoterm? Jelaskan jawabanmu !.....
  2. Berdasarkan data percobaan jelaskan pengertian reaksi eksoterm dan endoterm!
  3. Dari mana energi berpindah pada reaksi eksoterm dan endoterm ?
  4. Bagaimana harga entalpi sistem pada reaksi eksoterm dan endoterm ?
  5. Berikan contoh proses eksoterm dan endoterm menggunakan grafik dan tulis persamaan termokimia pada proses tersebut!
-



## 2) Lembar Kerja Interactive Demonstrasion

### LK- 2

### Perubahan Entalpi Reaksi

Energi yang terkandung di dalam suatu sistem atau zat disebut entalpi (H). Entalpi merupakan sifat ekstensif dari materi maka bergantung pada jumlah mol zat. Ada beberapa macam perubahan entalpi, untuk mengenali namanya coba amati demonstrasi berikut ini !

#### Tujuan Percobaan

Menentukan perubahan entalpi reaksi netralisasi dari larutan NaOH dan Larutan HCl

#### Langkah demonstrasi

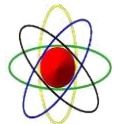
1. Siapkan dua buah gelas dari styrofoam untuk pengganti kalorimeter. Isi gelas dengan 50 mL NaOH 1 M dan gelas yang lain dengan 50 mL HCl 1 M. Ukur suhu setiap larutan dan hitung suhu rata-rata kedua larutan sebagai suhu awal.
2. Campurkan NaOH dengan HCl pada kalorimeter kemudian aduk sambil amati perubahan suhunya.
3. Catat suhu maksimum dan hitung kenaikan suhu dari suhu awal rata-rata.

#### Hasil Pengamatan

Pengamatan	Suhu ( °C)
1. Suhu awal larutan NaOH 1 M	.....
2. Suhu awal larutan HCl 1 M	.....
3. Suhu awal (rata-rata 1 dan 2)	.....
Suhu akhir (suhu setelah 4. pencampuran)	.....
5. Perubahan suhu (bagian 4-3)	.....

PERTANYAAN	JAWABAN
Apakah reaksi tersebut termasuk reaksi eksoterm atau endoterm? Jelaskan alasannya!	..... .....
Tuliskan persamaan reaksi yang terjadi antara NaOH dan HCl?	..... .....
Bersifat apa senyawa yang dihasilkan?	..... .....
Apa nama reaksi tersebut?	..... .....
Tuliskan persamaan termokimianya!	..... .....

Apa nama perubahan entalpi reaksinya	..... .....
--------------------------------------	----------------



### 3) Lembar Kerja *Inquiry Lesson*

#### LK- 3.1

#### Jenis-Jenis Perubahan Entalpi

Besarnya perubahan entalpi suatu reaksi bergantung pada jumlah zat yang bereaksi, wujud zat, suhu, dan tekanan, maka perubahan entalpi dihitung berdasarkan keadaan standar yaitu keadaan pada suhu dan tekanan standar pada suhu 25°C (298 K) dan tekanan 1 atm. Perubahan entalpi reaksi ada yang berupa perubahan entalpi pembentukan, perubahan entalpi penguraian dan perubahan entalpi netralisasi.

Carilah informasi tentang perubahan entalpi standar dari perubahan entalpi pembentukan, perubahan entalpi penguraian dan perubahan entalpi netralisasi berikut contoh persamaan termokimianya. Diskusikan dengan temanmu dan tuliskan laporan diskusi pada kolom berikut

#### Hasil Diskusi.

Perubahan Entalpi	Lamban g	Definisi	Contoh Persamaan Termokimia
Perubahan entalpi pembentukan standar			
Perubahan entalpi penguraian standar			
Perubahan entalpi pembakaran			
Perubahan entalpi netralisasi			



### LK 3.2

### Penentuan Perubahan Entalpi Reaksi

Bagaimana menentukan perubahan entalpi reaksi berdasarkan harga perubahan entalpi pembentukan standar. Lakukan kegiatan berikut ini!

1) Carilah informasi dari sumber bacaan, tuliskan hasilnya pada tempat yang tersedia!

Berdasarkan perubahan entalpi pembentukan standar zat-zat yang ada dalam reaksi, perubahan entalpi reaksi dapat dihitung dengan rumus:

.....

.....

.....

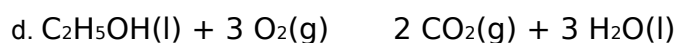
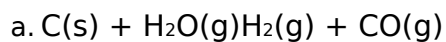
2) Lengkapi tabel berikut dengan perubahan entalpi pembentukan beberapa zat ( $t = 25^{\circ}\text{C}$ ).

Zat	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)	Zat	$\Delta H_f^0$ (kJ/mol)
$\text{O}_2$ (g)	.....	$\text{CO}_2$ (g)	.....
$\text{N}_2$ (g)	.....	$\text{C}_2\text{H}_4$ (g)	.....
$\text{C}$ ( s)	.....	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (l)	.....
$\text{Fe}$ ( s)	.....	$\text{CH}_4$ (g)	.....
$\text{H}_2\text{O}$ (g)	.....	$\text{SO}_2$ (g)	.....
$\text{H}_2\text{O}$ (l)	.....	$\text{HCl}$ (g)	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

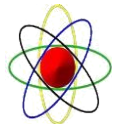
Gunakan data pada tabel, jika tidak lengkap carilah harga  $\Delta H_f^0$  di sumber bacaan lainnya

3) Tentukan  $\Delta H$  reaksi-reaksi berikut menggunakan

$\Delta H_f^0$  (kJ/mol),

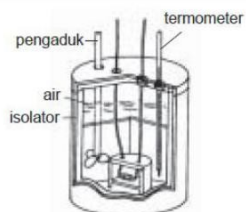






### LK. 3.3 Penentuan Perubahan Entalpi Dengan Menggunakan Kalorimeter

Perhatikan gambar kalorimeter berikut.



Perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut kalorimeter (alat pengukur kalor).

Jelaskan bagaimana kerja kalorimeter dalam mengukur perubahan entalpi reaksi?

Untuk menentukan perubahan entalpi reaksi menggunakan kalorimeter terdapat suatu rumus. Tuliskan rumus tersebut dan jelaskan masing-masing komponen pada rumus tersebut pada kolom yang tersedia!

Kalorimeter  
adalah:.....

.....

.....

.....

Kerja

Kalorimeter : .....

.....

.....

.....

Rumus : : .....

.....

.....

.....

Keterangan: .....

.....

.....

.....

Gunakan rumus tersebut untuk menghitung perubahan entalpi reaksi berikut!

1). 100 mL larutan kalium hidroksida 1M direaksikan dengan 100 mL larutan asam klorida 1 M. Suhu awal masing-masing berturut-turut  $24^{\circ}\text{C}$  dan  $23,4^{\circ}\text{C}$ . Setelah bereaksi, suhu maksimum  $32,2^{\circ}\text{C}$ .

a. Tentukan  $\Delta H$  netralisasi dari reaksi tersebut!

b. Tulis persamaan termokimianya!

c. Tentukan  $\Delta H$  reaksi jika 2 mol air terbentuk berdasarkan data reaksi ini.

Jawaban





### LK. 3.4 Penentuan Perubahan Entalpi dengan Menggunakan Hukum Hess

Perubahan entalpi reaksi kadang-kadang tidak dapat ditentukan secara langsung tetapi harus melalui tahap-tahap reaksi. Misalnya untuk menentukan perubahan entalpi pembentukan  $\text{CO}_2$  dapat dilakukan dengan tiga cara.

Cara 1 :  $\text{C(g)} + \text{O}_2\text{(g)} \longrightarrow \text{CO}_2\text{(g)} \Delta H = -394 \text{ kJ}$

Cara 2 dan 3 atom C dengan  $\text{O}_2$  bereaksi dulu membentuk CO, tahap berikutnya CO

bereaksi dengan  $\text{O}_2$  menghasilkan  $\text{CO}_2$ . Bagaimana perubahan entalpi reaksi pada ketiga cara tersebut?

Cobalah cari informasi mengenai cara kedua dan ketiga. Uraikan pada kolom berikut dan buat kesimpulannya dan apa bunyi Hukum Hess?

#### Cara kedua ( menggunakan diagram )

#### Cara ketiga:

Kesimpulan yang didapat dari harga perubahan entalpi pada ketiga cara tersebut:

.....  
.....  
.....  
.....  
.

Bunyi Hukum Hess:

.....  
.....  
.....  
.....





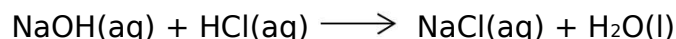
## 33



#### 4) Lembar Kerja *Inquiry Labs*

##### LK-4.1 Penentuan Entalpi Reaksi dengan Kalorimeter

Reaksi antara larutan natrium hidroksida dengan larutan asam klorida yang menghasilkan air.



Bagaimana menentukan perubahan entalpi reaksi tersebut. Perubahan entalpi reaksi dapat ditentukan dengan menggunakan suatu alat yang disebut kalorimeter. Perhitungan perubahan entalpi menggunakan rumus  $q = m.c. \Delta t$

##### Alat dan bahan:

Alat			Bahan	
Kalorimeter sederhana ( gelas styrofoam)			Larutan natrium hidroksida	0,5 M 50 mL
Gelas ukur	50 cm <sup>3</sup>	1 buah	Larutan asam klorida	0,5 M 50 mL
Termometer	0 – 100 °C	1 buah		

##### Cara Kerja :

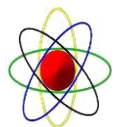
1. Masukkan 25 mL larutan NaOH 0,5 M ke dalam kalorimeter dan masukkan 50 mL larutan HCl 0,5 M ke dalam gelas ukur.
2. Ukur suhu masing-masing larutan itu. Termometer harus dibersihkan dan dikeringkan sebelum dipindahkan dari satu larutan ke larutan yang lain. Jika suhu kedua larutan berbeda, tentukan suhu rata-rata (ini sebagai suhu awal).
3. Masukkan larutan HCl ke dalam kalorimeter yang telah berisi NaOH. Tutup kalorimeter dan aduk larutan dengan pengaduk, sambil mengamati perubahan suhu pada termometer. Catat suhu tertinggi/terendah yang terbaca pada termometer. Catat hasil pengamatan pada kolom berikut.

Larutan	Suhu larutan	Suhu rata-rata
Larutan NaOH		
Larutan HCl		
Larutan NaOH + HCl		

##### Pertanyaan:

1. Reaksi yang terjadi tergolong reaksi eksoterm atau endoterm?
2. Hitunglah kalor reaksi permol NaOH. Asumsikan kalor jenis larutan = 4,18 J/g °C, dan massa jenis larutan 1 g/mL
3. Berapa perubahan entalpi reaksi?
4. Tuliskan persamaan termokimianya





## LK-4.2 Merancang Percobaan Penentuan Entalpi Reaksi dengan Kalorimeter

Apakah harga perubahan entalpi reaksi dipengaruhi oleh jumlah mol zat (konsentrasi atau volume larutan) yang direaksikan?

Untuk membahas ini, lakukan kegiatan berikut ini

1. Rancanglah percobaan untuk penentuan entalpi reaksi penetralan dalam berbagai konsentrasi atau volume larutan menggunakan kalorimeter sederhana !
2. Ujicoba rancangan percobaan, catat hasilnya!
3. Buatlah laporan kegiatan !

### Format laporan

#### Hubungan jumlah mol zat dengan perubahan entalpi reaksi Perancangan Eksperimen

Pendahuluan: .....

Tujuan: .....

Alat dan Bahan:.....

Langkah Kerja: .....

#### Pelaksanaan Eksperimen

Hasil Pengamatan:.....

Pengolahan Data

.....

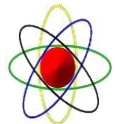




**Kesimpulan**

.....

.....



### LK-4.3 Penentuan Perubahan Entalpi berdasarkan Hukum Hess

#### Tujuan: Membuktikan berlakunya hukum Hess

Pada percobaan ini akan diamati  $\Delta H$  reaksi antara NaOH padat dan larutan HCl 0,5 M dengan dua cara.

Cara 1: NaOH padat dilarutkan dulu dalam air selanjutnya larutan NaOH tersebut direaksikan dengan larutan HCl.

Cara 2: NaOH padat langsung dilarutkan dalam HCl.

#### Langkah kerja:

- Cara 1 :
- Timbang 2 gram NaOH, simpan dalam wadah tertutup. Siapkan 50 mL air, ukur suhunya. Masukkan NaOH tersebut ke dalam air, aduk dan catat suhu maksimumnya. Hitung  $\Delta H$  reaksi pelarutan NaOH ( $\Delta H_1$ ).
  - Siapkan 50 mL HCl 1 M, ukur suhunya.
  - Ukur suhu 50 mL larutan NaOH yang dibuat sebelumnya.
  - Reaksikan larutan NaOH tersebut dengan larutan HCl, catat suhu maksimumnya. Hitung  $\Delta H$  reaksinya ( $\Delta H_2$ ).
  - Siapkan 100 mL larutan HCl 0,5 M, ukur suhunya.
  - Reaksikan NaOH padat dengan HCl, catat suhu maksimumnya.
  - Hitung  $\Delta H$  reaksinya ( $\Delta H_3$ ).

#### Pertanyaan:

1. Hitung  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ , dan  $\Delta H_3$  untuk tiap mol NaOH!
2. Tulis persamaan reaksi termokimia pada
  - a. pelarutan NaOH padat menjadi larutan NaOH(aq),
  - b. reaksi netralisasi NaOH(aq) dengan HCl(aq),
  - c. reaksi netralisasi NaOH(s) dengan HCl(aq).
3. Buat diagram reaksi pada percobaan di atas!
4. Menurut Hukum Hess  $\Delta H_1$ ,  $\Delta H_2$ , =  $\Delta H_3$  Apakah data percobaanmu sama dengan Hukum Hess? Kalau tidak, sebutkan beberapa penyebabnya!



## 5) Lembar Kerja: *Real-World Application*

### LK-5 Penentuan Bahan Bakar Alternatif yang Efisien , Efektif dan Ramah Lingkungan

#### I. Tujuan

Menentukan bahan bakar alternatif yang efisien, efektif dan ramah lingkungan berdasarkan analisis data

#### II. Alat Bahan

Buku, Internet, Ms. Excell

#### III. Langkah Kerja

1. Identifikasi permasalahan mengenai penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, efektif dan ramah lingkungan.
2. Hitunglah perubahan entalpi pembakaran beberapa bahan bakar menggunakan data perubahan entalpi pembentukan standar
3. Carilah informasi dari berbagai sumber tentang data entalpi pembakaran, emisi gas dan harga beberapa bahan bakar (minimal 5 jenis bahan bakar)
4. Analisis data yang diperoleh dan interpretasikan dengan menggunakan tabel atau grafik
5. Presentasikan dan berdiskusi mengenai hasil analisis yang telah dilakukan
6. Buatlah kesimpulan dari hasil analisis dan diskusi yang telah dilakukan

#### IV. Data Hasil Pencarian Informasi

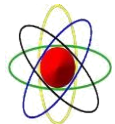
No	Bahan Bakar	Entalpi Pembakaran	Emisi Gas	Harga Bahan Bakar per liter (Rupiah)

#### V. Grafik Analisis:

- a. Entalpi pembakaran terhadap bahan bakar

--





b. Emisi gas terhadap bahan bakar

c. Biaya bahan bakar terhadap bahan bakar

d. Keterkaitan analisis ketiga grafik a, b dan c

## VI. Pertanyaan

1. Jelaskan yang dimaksud dengan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan. Berikan contohnya !
2. Bagaimana dampak yang diakibatkan dari bahan bakar yang tidak efisien?
3. Mengapa kita perlu bijak dalam memilih bahan bakar ?
4. Bagaimana kamu dapat menentukan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan berdasarkan data entalpi pembakaran, emisi gas, dan biaya bahan bakar per liter ?
5. Bagaimana Kesimpulan yang dapat dikemukakan mengenai hubungan data entalpi pembakaran, emisi gas, dan biaya bahan bakar per liter terhadap penentuan bahan bakar alternatif yang efisien, ekonomis dan ramah lingkungan ?



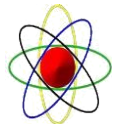
## B. Instrumen

### Penilaian Soal

#### Pilihan Ganda

1. Ke dalam tabung reaksi yang berisi air dilarutkan NaOH padat. Ternyata pada tabung reaksi terasa panas, yang dimaksud dengan sistem pada peristiwa itu adalah . . . .
  - A. NaOH
  - B. Air
  - C. NaOH dan Air
  - D. NaOH, air, dan tabung reaksi
2. Berikut ini merupakan harga-harga entalpi
  - I.  $\Delta H$  positif
  - II.  $\Delta H$  negatif
  - III.  $\sum H_{\text{produk reaksi}} > \sum H_{\text{pereaksi}}$
  - A. I dan III
  - B. II dan III
  - C. II dan IV
  - D. I dan II
3. Perhatikan berbagai hasil percobaan berikut :
  1. karbit + air, timbul gas yang tak sedap, suhu sistem naik.
  2. Serbuk  $\text{NH}_4\text{Cl}$  + serbuk  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , timbul gas tak sedap, terjadi penurunan suhu.
  3. Pita tembaga + larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  , tidak terjadi perubahan, tetapi berubah menjadi zat padat hitam setelah dipanaskan; reaksi berlanjut setelah pemanasan berhenti
  4. gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  yang tak berwarna berubah menjadi coklat jika dipanaskan; jika pemanasan dihentikan, perlahan-lahan kembali tidak berwarna.
  - A. 1 dan 3
  - B. 2 dan 4
  - C. 3 dan 4
  - D. 1 dan 4





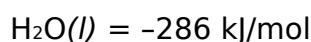
4. Manakah yang termasuk reaksi yang terjadi perubahan entalpi pembentukan, yaitu kondisi kalor dilepaskan oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya....

- A.  $\text{NaOH}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H_n = -57,7 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f = -395,2 \text{ kJ/mol}$
- B.  $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$   
 $\text{C}_2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}_2(g) +$
- C.  $\text{H}_2\text{O}(aq)$   $\Delta H_c = -1298 \text{ kJ/mol}$
- D.  $\text{AlBr}_3(aq) \rightarrow \text{Al}(s) + 1\frac{1}{2}\text{Br}_2(g)$   $\Delta H_d = +511 \text{ kJ/mol}$

5. Manakah yang termasuk reaksi yang terjadi perubahan entalpi pembentukan, yaitu kondisi kalor dilepaskan oleh sistem pada reaksi pembentukan 1 mol senyawa dari unsur-unsurnya....

- A.  $\text{NaOH}(s) + \text{HCl}(aq) \rightarrow \text{NaOH}(aq) + \text{H}_2\text{O}(l)$   $\Delta H_n = -57,7 \text{ kJ/mol}$   
 $\Delta H_f = -395,2 \text{ kJ/mol}$
- B.  $\text{C}(s) + \text{O}_2(g) \rightarrow \text{CO}_2(g)$   
 $\text{C}_2\text{H}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightarrow 2\text{CO}_2(g) +$
- C.  $\text{H}_2\text{O}(aq)$   $\Delta H_c = -1298 \text{ kJ/mol}$
- D.  $\text{AlBr}_3(aq) \rightarrow \text{Al}(s) + 1\frac{1}{2}\text{Br}_2(g)$   $\Delta H_d = +511 \text{ kJ/mol}$

6. Jika data entalpi pembentukan standar:

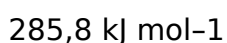
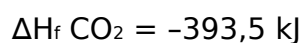


Harga  $\Delta H$  untuk pembakaran propana:



- A. -1.034 kJ B. -1.134 kJ C. -1.121 kJ D. -2.222 kJ

7. Berapa  $\Delta H$  reaksi pembakaran  $\text{C}_2\text{H}_6$  jika diketahui:  $\Delta H_f \text{ C}_2\text{H}_6 = -84,7 \text{ kJ mol}^{-1}$ ,



- A. +1559,7 kJ.  
B. -1559,7 kJ  
C. +84,7 kJ  
D. -84,7 kJ





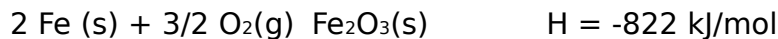


8. Jika larutan  $\text{NaHCO}_3$  (baking soda) bereaksi dengan asam klorida menghasilkan larutan natrium klorida, air, dan gas karbondioksida. Reaksi menyerap kalor sebesar 11,8 kJ pada tekanan tetap

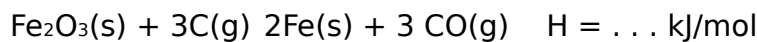
untuk setiap mol baking soda. Maka persamaan termokimia untuk reaksi tersebut adalah....

- A.  $\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H = +11,8 \text{ kJ}$   
 B.  $\text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$   $\Delta H = -11,8 \text{ kJ}$   
 C.  $\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq})$   $\Delta H = -11,8 \text{ kJ}$   
 D.  $\text{NaCl}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightarrow \text{NaHCO}_3(\text{aq}) + \text{HCl}(\text{aq})$   $\Delta H = -11,8 \text{ kJ}$

9. Diketahui persamaan termokimia reaksi pembentukan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CO}_2$ .

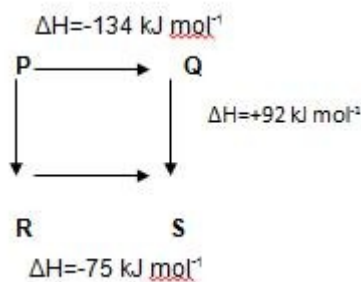


Berapakah perubahan entalpi untuk reaksi berikut ini?



- A. + 712 kJ/mol  
 B. + 492 kJ/mol  
 C. - 492 kJ/mol  
 D. - 712 kJ/mol

10. Perhatikan diagram perubahan energi dan pernyataan-pernyataan berikut ini:



Pernyataan:

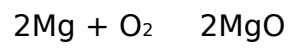
1. Perubahan entalpi dari reaksi  $\text{P} \rightarrow \text{R}$  adalah  $-33 \text{ kJ mol}^{-1}$
2. Perubahan entalpi dari reaksi  $\text{R} \rightarrow \text{Q}$  adalah endotermik
3. Perubahan entalpi dari reaksi  $\text{S} \rightarrow \text{P}$  adalah  $42 \text{ kJ mol}^{-1}$

Berdasarkan data diagram dan pernyataan tersebut maka yang benar adalah pernyataan-pernyataan ....

- A. 1 dan 2  
 B. 2 dan 3  
 C. 3  
 D. 1

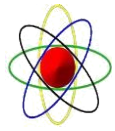
11. Diketahui persamaan termokimia sebagai berikut:





Menurut hukum Hess,

$$H = c \text{ kJ}$$



4.  $2a = c - 2b$

5.  $a = 2b + 2c$

C.  $2c = a$

+  $2b$

D.  $2b = 2c$

+  $a$

12. Jika diketahui data energi ikatan rata-rata:

C = C : 609  
kJ/mol;

C – Cl : 326  
kJ/mol;

C – H : 412  
kJ/mol;

C – C : 345 kJ/mol;

H – Cl : 426 kJ/mol;

A. -312 kJ/mol

B. -48 kJ/mol

C. 48 kJ/mol

D. 312 kJ/mol

